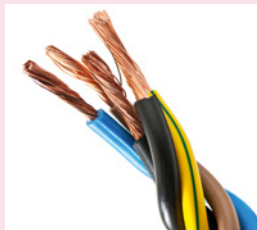


5 Mesure du diamètre d'un fil de cuivre

Un fil électrique est composé de deux parties. La première est conductrice et constitue l'intérieur du fil. Elle est souvent en cuivre. La seconde est isolante et enrobe le conducteur. Elle est généralement faite en matière plastique comme du polychlorure de vinyle (PVC) ou du polyéthylène (PE). Dénuder un fil électrique consiste à retirer la partie isolante pour « mettre à nu » la partie conductrice en cuivre. Le diamètre de cette partie conductrice conditionne grandement les propriétés du fil.



Doc. 1 Protocole expérimental

Protocole pour l'obtention de la solution à titrer :

- prendre un fil électrique d'une longueur de $L = 40$ cm ;
- dénuder le fil électrique et le déposer dans un bécher de 100 mL ;
- ajouter 20 mL d'une solution d'acide nitrique fumant à $7 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- une fois le fil dissous, faire passer la solution obtenue dans une fiole jaugée de 100,0 mL et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (cette solution de nitrate de cuivre (II) est appelée S_0) ;
- diluer dix fois S_0 pour obtenir la solution S_1 .

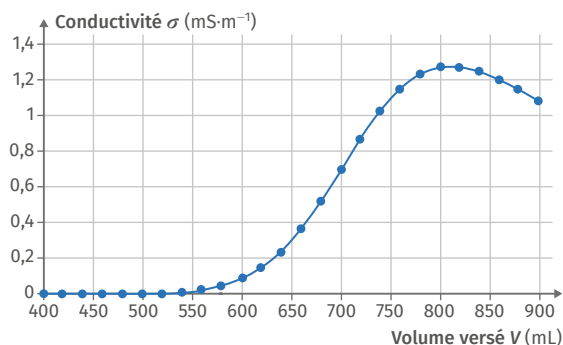
Protocole pour l'obtention de la courbe d'étalonnage :

- réaliser plusieurs solutions de nitrate de cuivre (II) à des concentrations différentes et connues ;
- mesurer l'absorbance de ces solutions à $\lambda = 800$ nm avec des cuves d'épaisseur $l = 1$ cm ;
- relever les résultats dans un tableau.

Concentration ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Absorbance
$4,0 \times 10^{-3}$	0,048
$8,0 \times 10^{-3}$	0,095
$1,2 \times 10^{-2}$	0,148
$2,0 \times 10^{-2}$	0,241

Doc. 2 Spectre d'absorption des ions $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

Le graphique suivant présente le spectre d'absorption d'une solution de nitrate de cuivre (II) de concentration $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en soluté apporté.



Données

- Couples d'oxydoréduction : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})/\text{Cu}(\text{s})$, $\text{NO}_3^-(\text{aq})/\text{NO}(\text{g})$
- Masse molaire du cuivre : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse volumique du cuivre : $\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- Température ambiante : $\theta = 20$ °C
- Pression ambiante : $p = 1013$ hPa

Doc. 3 Présentation du spectrophotomètre

Le spectrophotomètre UV-visible est utilisé pour la réalisation du spectre d'absorption et des mesures d'absorbance. L'épaisseur des cuves est égale à $l = 1$ cm.





Questions

1. Questions préliminaires

- 1.1 Les ions nitrate $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ sont des oxydants puissants. Identifier le réducteur qui réagit lors de la dissolution du fil.
- 1.2 À l'aide des couples d'oxydoréduction fournis, déterminer l'équation de la réaction traduisant le passage en solution du fil de cuivre.
- 1.3 Lors de cette réaction, il se dégage un gaz peu soluble dans l'eau qui réagit aussitôt avec le dioxygène de l'air pour former une espèce chimique corrosive, très nocive pour la santé. Préciser les conditions opératoires pour réaliser cette manipulation expérimentale.

2. Dosage spectrophotométrique d'une solution aqueuse d'ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$

- 2.1 À partir du spectre d'absorption, justifier que les mesures d'absorbance soient effectuées à une longueur d'onde de 800 nm.
- 2.2 Donner la loi de Beer-Lambert en explicitant les unités de chaque terme.

2.3 Préciser l'intérêt de la dilution de la solution S_0 .

2.4 Réaliser la courbe d'étalonnage à partir du tableau du doc. 1.

L'absorbance de la solution S_1 est mesurée à une valeur de $A_1 = 0,192$.

2.5 En déduire la concentration $[\text{Cu}^{2+}]_1$ dans la solution S_1 puis montrer que la concentration dans la solution S_0 est $[\text{Cu}^{2+}]_0$.

2.6 Calculer la quantité de $\text{NO}(\text{g})$ produit lors de la dissolution du fil et en déduire le volume occupé par celui-ci si l'on considère ce gaz comme étant parfait.

3. Détermination du diamètre

3.1 Déterminer la masse du fil de cuivre initiale, puis le volume correspondant.

3.2 En déduire le diamètre de la partie en cuivre du fil en considérant qu'il s'agit d'un cylindre.

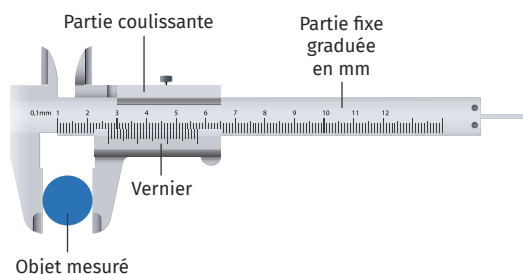
Doc. 4 Vernier

Un vernier est une réglette graduée montée sur un pied à coulisse. Il permet de mesurer plus précisément qu'à l'œil nu les petites longueurs.

L'objet que l'on souhaite mesurer est positionné entre les pinces et, avec une molette, la distance entre celles-ci est ajustée pour qu'elle corresponde exactement à la taille de l'objet. Il ne reste plus qu'à lire la valeur à la réglette.

Données

- Incertitude sur le volume d'une fiole jaugée de 100 mL à 20 °C de classe A : $u(V) = 0,1 \text{ mL}$
- Incertitude de mesure à l'aide d'un vernier : $u(x) = 0,02 \text{ mm}$



Questions

4. Comparaison de la précision avec un vernier

Dans une première approximation, l'incertitude sur le diamètre par la méthode spectrophotométrique est supposée donnée par :

$$\frac{u(d)}{d} = \frac{u(V)}{V}$$

4.1 Déterminer l'incertitude sur le diamètre $u(d)$ par cette méthode.

4.2 Comparer avec l'incertitude que l'on aurait obtenue avec l'utilisation d'un vernier.

4.3 Préciser l'inconvénient majeur d'utiliser le protocole de titrage pour déterminer le diamètre du fil de cuivre.

4.4 Lister les sources d'erreurs dans le protocole pouvant conduire à une augmentation de l'incertitude.